

Toni Jaakkola


# SUOMENNIEMEN JÄTEVEDENPUMPPAAMOIDEN AUTOMAATION KARTOITUS JA KEHITYS

Opinnäytetyö  
Sähkötekniikan koulutusohjelma


Syksy 2015



# KUVAILULEHTI

 <b>MAMK</b> University of Applied Sciences	<b>Opinnäytetyön päivämäärä</b>  19.9.2015
<b>Tekijä(t)</b> Toni Jaakkola, Ville Huotari	<b>Koulutusohjelma ja suuntautuminen</b> Sähkötekniikka
<b>Nimeke</b>  Suomenniemen jätevesipumppaamoiden automaation kartoitus ja kehitys.	
<b>Tiivistelmä</b>  Opinnäytetyön tarkoitus oli tutkia Suomenniemen jätevedenpumppaamoiden kunto sekä tutustua pumppaamoiden hälytysjärjestelmään ja ehdottaa kuinka järjestelmää voisi päivittää.  Kävimme Ville Huotarin kanssa tarkastamassa kaikkien Suomenniemen jätevesipumppaamoiden kunnon. Pumppujen kunnon tarkastukseen käytimme eristysresistanssimittaus- ja virtamittauslaitteita. Pumppaamot tarkastimme silmämääräisesti mahdollisten muiden puutteiden varalta.  Koulussa teimme Ville Huotarin kanssa prototyypin pumppaamologiikasta jonka voisi päivittää mihin tahansa pumppaamoon. Tällä prototyypillä pystyy simuloimaan erilaisia vikatilanteita ilman että järjestelmää tarvitsi kytkeä oikeaan pumppaamoon.  Tein 3D mallin kiinteistöpumppaamosta johon oli sisällytetty tekemämme Wagon-pumppaamologiikan prototyyppi. Mallin avulla saimme selville kuinka paljon mahdollinen Wago-logiikka veisi tilaa fyysisesti keskukselta. Ville Huotari ei osallistunut 3D mallin tekemiseen.	
<b>Asiasanat (avainsanat)</b> Jätevedenpumppaamo, hälytysjärjestelmä, määräaikaistarkastus, Wago, ToPass, SketchUp	
<b>Sivumäärä</b> 27	<b>Kieli</b> Suomi
<b>Huomautus (huomautukset liitteistä)</b>	
<b>Ohjaavan opettajan nimi</b>  Teemu Manninen	<b>Opinnäytetyön toimeksiantaja</b>  Mikkelin Vesilaitos

## DESCRIPTION

	<b>Date of the bachelor's thesis</b>  19.09.2015
<b>Author(s)</b> Toni Jaakkola, Ville Huotari	<b>Degreeprogramme and option</b> Electrical Engineering Degree
<b>Name of the bachelor's thesis</b> Suomenniemi wastewater pumping stations automation survey and development.	
<b>Abstract</b>  <p>Purpose of this study was to examine the condition of pumping stations in Suomenniemi. The purpose was also to become familiar with pumping stations alarm systems. And proposes how the system could upgrade.</p> <p>I went with the Ville Huotari inspect all wastewater pumping stations condition. To check the condition of the pumps we used the insulation resistance measurement and current measurement. We also examined pump stations visually for any other shortcomings.</p> <p>At university I did with Ville Huotari prototype pumping station logic. This prototype is able to simulate a variety of fault conditions without that the system is connect to the correct pumping station.</p> <p>I made a 3D model of the pumping station. 3D model contains our prototype key components in digital environment. 3D model was designed to show how much prototype takes up space in electrical box. Ville Huotari did not participate in making of 3D model.</p>	
<b>Subjectheadings, (keywords)</b> pumping stations, alarm system, periodic inspection, Wago, To-Pass, SketchUp	
<b>Pages</b>  27	<b>Language</b>  Finnish
<b>Remarks, notes on appendices</b>	
<b>Tutor</b>  Teemu Manninen	<b>Bachelor's thesis assigned by</b>  Mikkelin Vesilaitos

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	1
2	SUOMENNIEMEN JÄTEVEDEN PUMPPAAMOT.....	2
2.1	Nykyinen järjestelmä Suomennimen pumppaamoilla .....	3
2.2	Prototyyppi pumppaamojärjestelmästä.....	3
3	SUOMENNIEMEN PUMPPAAMOIDEN TOIMINTA.....	7
3.1	Suomennimen pumppaamon hälytysjärjestelmän kunto .....	8
4	WAGON LOGIIKKA PUMPPAAMOISSA.....	10
4.1	Pumppaamot Suomenniemellä .....	10
4.2	Wagon logiikan sisällyttäminen pumppaamoympäristöön.....	11
4.3	Kiinteistöpumppaamon 3D-mallin piirtäminen.....	12
4.4	Kiinteistöpumppaamo akkuvarmennuksella.....	15
5	PUMPPAAMOIDEN MÄÄRÄAIKAISTARKASTUS.....	17
6	YHTEENVETO .....	19
	LÄHTEET .....	21

### LIITEET

Liite 1. Jätevesipuhdistamon pumppaamo ja JVP1

Liite 2. JVP 2 ja JVP 3

Liite 3. Valkamalahden JVP ja Savanderintie JVP

Liite 4. Väliaho JVP ja Opinraitti JVP

Liite 5. Metsolanraitti JVP ja Partakoskentie JVP

Liite 6. Myllysilta JVP ja Lappeenrannantie JVP 4

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyö käsittelee Suomenniemen jäteveden pumppaamoiden kuntotarkastusta ja mahdollista kehittämistä niin, että Mikkelin vesilaitoksen olisi helpompi valvoa pumppaamojärjestelmää.

Opinnäytetyön aihe löytyi kesätöideni aikana. Olin töissä Mikkelin vesilaitoksella. Päädyin tähän aiheeseen mielenkiintoisuutensa ja laajuutensa vuoksi. Lisäksi työ on kiinnostava siinäkin mielessä, että se sivuaa kuntaliitoksissa ilmeneviä ongelmia liitoksia tarkasteltaessa. Kunnallisen huoltojärjestelmän näkökulmasta.

Työ osoittautui niin laajaksi, että siitä saisi kaksi opinnäytetyötä. Päätimme Ville Huotarin kanssa laajentaa aihetta kahdeksi opinnäytetyöksi tekemällä kuitenkin yhdessä tarvittavat pumppaamoiden tarkastukset.

Työn tarkoituksena on helpottaa Mikkelin vesilaitosta löytämään järjestelmä, jonka avulla Mikkelin vesilaitoksen alihankkija Mipro voisi sisällyttää hälytykset ja niistä tuleva tieto jo valmiiseen valvontajärjestelmään Mikkelissä.

Työ jaettiin kolmeen osaan. Ensimmäisessä osassa kävimme Ville Huotarin kanssa tarkastamassa missä kunnossa Suomenniemen jätevedenpumppaamot ovat. Toisessa osassa rakensimme Ville Huotarin kanssa prototyyppijärjestelmän, jonka avulla voidaan testata valitun järjestelmän toimivuutta pumppaamoympäristössä. Kolmannessa osassa piirsin 3D-mallin pumppaamosta, johon on laitettu valitsemaamme järjestelmä. Lisäksi Ville Huotari vertaili järjestelmän päivityksen kannattavuutta siinä tapauksessa, että Wagon-järjestelmä otetaan käyttöön. Tästä voi lukea enemmän Ville Huotarin opinnäytetyön kirjallisesta osiosta.

## 2 SUOMENNIEMEN JÄTEVEDEN PUMPPAAMOT

Suomenniemi liittyi Mikkelin 1.1.2013 ja tuolloin jäi epäselväksi kuinka hoidetaan Suomenniemen jätevesijärjestelmän etävalvonta. Suomenniemellä on oma jätevesiputkisto ja pieni jäteveden puhdistamo. Jäteveden puhdistamo (KUVA 1.) on melko uusi ja siellä ei tarvitse olla koko ajan työntekijää valvomassa. Jäteveden puhdistamolta tulee yhteys Mikkelin yksikköön ja jos tulee ongelma, hälytykset toimivat samalla lailla kuin Mikkelissä.

Ongelmallisinta Suomenniemen järjestelmässä oli jätevedenpumppaamot. Osa pumppaamoista ovat aika vanhoja ja niissä oleva hälytysjärjestelmä ei ole kytketty suoraan puhdistamon järjestelmään. Järjestelmää on rakennettu vähitellen ja tästä johtuen se ei ole yhtenäinen. Tämä aiheutti ongelman kuntaliitoksen aikana, eikä järjestelmää saatu integroitua Mikkelin järjestelmään.

Tällä hetkellä ollaan siinä pisteessä, että Mikkelin vesilaitoksen tulisi hoitaa Suomenniemenkin puhdistusjärjestelmän huolto. Se ei onnistu, koska vain osasta pumppaamoista tulee hälytykset. Lisäksi pumppaamoiden hälytyksiä ei ole yhdistetty jätevedenpuhdistamon laitteistoon. Hälytykset eivät tule Mikkeliin, vaan ne jäävät kentälle. Kentältä tieto ongelmasta saadaan vasta sitten, kun joku asukas soittaa Mikkelin vesilaitokselle.



**KUVA 1. Suomenniemen jäteveden puhdistamo ja valvomon näyttöpäätte**

## **2.1 Nykyinen järjestelmä Suomenniemen pumppaamoilla**

Nykyinen Suomenniemen pumppaamojärjestelmä on hoidettu niin, että pumppaamot hoitavat pumppaamisen itsenäisesti. Pumppaamoilla ei tarvitse käydä kuin kerran kahdeksan vuoteen tarkastamassa ettei mitään ole syöpynyt tai hapettunut.

Ongelmien ilmetessä viat hoidetaan tekstiviestijärjestelmän avulla. Järjestelmä lähettää viestin ennalta määrättyyn numeroon. Viestissä on oletusteksti, josta ilmenee mistä vika on peräisin. Viestitiedon mukaisesti asentaja voi lähteä paikalle korjaamaan tilanteen.

Suomenniemen järjestelmä on jo melko vanha. Se ei pysty lähettämään kuin pari hälytystietoa, jotka saadaan logiikan digitaali-ulostulosta. Vanhentunut järjestelmä johti siihen, ettei sitä saatu integroitua Mikkelin järjestelmän kanssa. Integraation puuttumisen vuoksi kaikki hälytykset eivät tule Mikkeliin ja tästä syystä kaikkia vikoja ei saada korjattua ajoissa.

## **2.2 Prototyyppi pumppaamojärjestelmästä**

Päädyimme pumppaamojärjestelmän yhtenäistämiseen parantaaksemme sitä. Ensimmäinen ongelma yhtenäistämässä oli saada lähetys toimimaan niin, että koko pumppaamon logiikkaelektroniikkaa ei tarvitsisi vaihtaa. Samaan järjestelmään tulisi saada lisättyä pumppaamoita tarvittaessa.

Opettajamme Teemu Manninen esitteli meille Wagon tekemiä logiikka-yksiköitä. Wago on yritys ja tuotemerkki logiikoille. Wagon logiikat toimivat moduuli-idealla. Meille tuli mieleen, että olisivatko ne riittävän hyviä tähän käyttöön. Kävimme koulun kanssa teknologiaessuilla Jyväskylässä ja siellä oli myös Wagon esittelijät. Kävimme kysymässä heiltä mitä mahdollista laitteistoa Wagolta löytyisi tähän tarkoitukseen.

Kävi ilmi, että logiikkaan liitettävä GSM-moduuli olisi todella kallis ja siitä syystä epäkäytännöllinen. Wagonilta löytyi kuitenkin tuotesarja TO-PASS, laitteisto jota voidaan ohjata kännykän ja internetin läpi. Laitteessa on sisääntuloja ja lähtöjä. Sisääntulot ja lähdöt ovat joko digitaalisella- tai analogisella viestillä toimivia. Laitteiston sisältävät ominaisuudet riippuvat siitä, minkä mallin valitsee ostovaiheessa.

Kaikki Wagon 761-XXX TO-PASS mallit (KUVA 2.) näyttävät samanlaisilta. [1. sivu 12] Halvempi versio on ulkoisilta ominaisuuksiltaan samanlainen kaikissa hintaluokissa. Riviliittimet eivät sisällä minkäänlaista elektroniikkaa. Näin toimien Wago voi käyttää samaa runkoa kaikissa malleissa.

Pumppaamojärjestelmän prototyyppiin käytimme mallia 761-113 ja Wagon aloittelijamallin logiikkaa, jotta pystyimme simuloimaan pumppaamon omaa ohjauslogiikkaa. Malli 761-113 sisältää neljä digitaalista sisääntuloa, kaksi analogista sisääntuloa, neljä digitaalista ulostuloa sekä GSM-modeemin, jossa on verkkoyhteys. Hälytykset voidaan lähettää tekstiviestinä, sähköpostina, faksina, puheluna tai internetin välityksellä. Ulostulot voidaan kytkeä päälle tekstiviestillä tai internetin välityksellä. Ulostuloilla voidaan ohjata logiikka niin, että esimerkiksi varoitusvalo saadaan syttymään. [2.]



**KUVA 2. TO-PASS I/O MODUULI**



Prototyyppi-järjestelmä koostuu Wagon logiikasta (KUVA 3.), jolla voidaan simuloida jätevedenpumppaamo. Wagon logiikka mahdollistaa myös sen, että järjestelmä voidaan asentaa pienempiin pumppaamoihin vaihtamalla ohjauslogiikka Wagon logiikkaan ja To-Pass järjestelmään.

Järjestelmästä löytyy myös demo-laatikko (KUVA 4.). Tämä laatikko on kytkentäpiste kaikille kytkimille, joiden avulla pystytään kytkemään vikatilanteet pois ja päälle. Laatikossa on myös lämpötila-anturi PT100. Tämän anturin avulla voidaan tehdä analogimuutoksia.

Demo laatikolla voidaan simuloida sähkövirran syötön suuntaa tuleeko se yleisestä sähköverkosta vai akulta. Laatikolla voi simuloida myös ylärajahälytyksen, alarajahälytyksen tai pumppuvian. Näitä toimintoja ohjataan erillisillä kytkimillä. Kädellä lämmitettävällä analogisella PT-100 lämpötila-anturilla voidaan säätää myös vedenpintaa. Wago logiikassa on erillinen lisäkortti, johon pystyy kytkemään PT100 lämpötila-anturin. PT100 tieto muutetaan logiikassa analogitiedoksi, joka siirretään To-Pass moduulille.

Demo laatikosta tulevat johdot kytketään Wagon logiikkaan. Wagon logiikan lähdöt kytketään To-Pass logiikan tuloihin. Näin toimien kytkimille ei tarvita erillisiä virtalähteitä vaan voidaan käyttää yhtä virtalähdettä, jolla syötetään logiikkaa ja To-Pass moduulia.



**KUVA 3. Wago logiikka ja virtalähde**

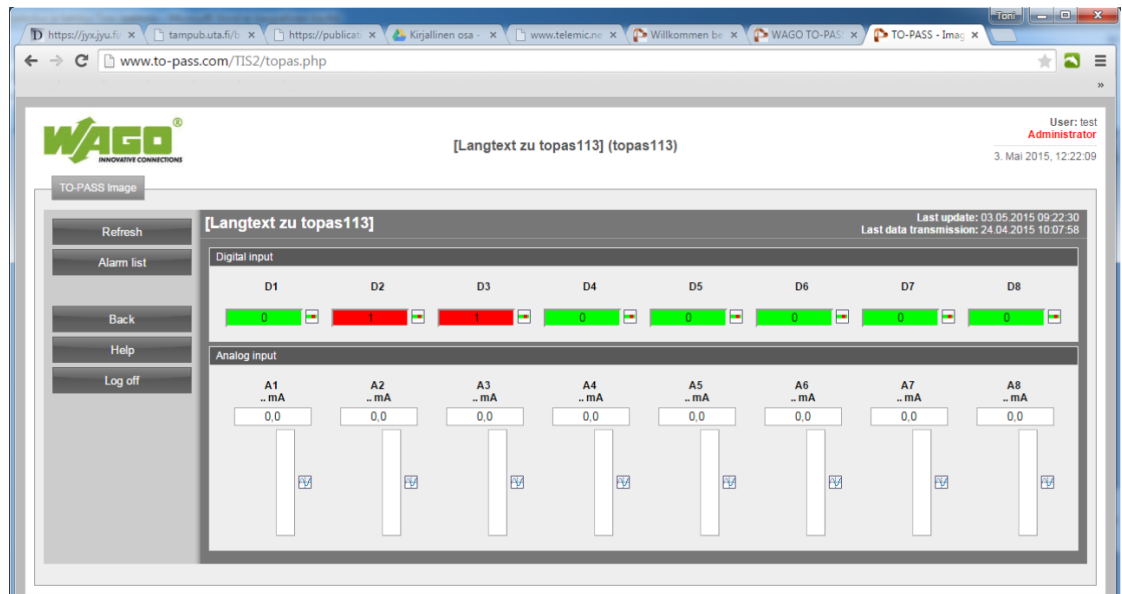


**KUVA 4. Demo laatikko**

To-Pass moduulissa on myös GPRS-yhteys. [1. sivu 12] Yhteydellä moduuli saadaan kiinni internetiin. To-Pass verkkosivulla <http://www.to-pass.com/> (KUVA5.) nähdään kaikki moduulit, jotka on yhdistetty verkkoon ja ovat päällä.

Wagolta löytyy selaimella toimiva ohjelmisto, johon voi ostaa käyttöoikeuden. Ohjelmiston maksullisuuden vuoksi sen asetuksia ei voinut muuttaa valikkojen kautta, mutta järjestelmän lähettämiä signaaleja oli mahdollista tarkastella demotunnuksilla (käyttäjätunnus test ja salasana test).

To-Pass moduulit voi liittää osaksi oman palvelimen sisältämää verkkojärjestelmää. To-Pass moduuli lähettää tapahtumatiedot internetin yli palvelimelle. Toimiakseen palvelin ei tarvitse erillisiä laitteita, pelkkä verkkoyhteys riittää. [2.]



**KUVA 5. www.to-pass.com sivusto, ruudulla testijärjestelmän I/O:t**

### 3 SUOMENNIEMEN PUMPPAAMOIDEN TOIMINTA

Suomenniemen kaikki pumppaamot ovat automatisoituja. Valvonta on lähes olematonta. Myös Suomenniemen jätteenpuhdistuslaitos on automatisoitu ja sielläkään ei tarvitse kokoaikaista valvontaa. Pumppaamojen kunnon tarkastamiseksi etäyhteys Suomenniemellekin olisi kuitenkin hyvä.

Tällä hetkellä Suomennimen pumppaamoissa on hälytysjärjestelmä, mutta sitä ei ole integroitu kunnolla Mikkelin järjestelmään. Suomenniemellä käytössä oleva Tele-Control (KUVA 6.) ja testissä oleva Wago ovat pohjimmiltaan samanlaisia. Molemmissa tarkoituksena on valvoa järjestelmää I/O pohjaisesti. Kun pumppaamossa ilmenee ongelmia, aktivoituu meidän tapauksessa Wagon tulosignaali ja Wago lähettää viestin tyylillä, jonka voi määritellä laitteessa.



**KUVA 6. TeleControl**

Vesilaitoksella käytössä oleva hälytysjärjestelmä suurimassa osaa pumppaamoita on TeleControl 42i+. Tämä järjestelmä sisältää neljä hälytyskanavaa, kaksi ohjauslähtöä, akun, alijännitehälytyksen ja verkonjännitehälytyksen. Analogitiedon valvonta vaatii erillisen kortin, jonka avulla voidaan tarkastella kaivon pinnan korkeutta.

Tästä järjestelmästä puuttuu GPRS-yhteys eli tietoja ei voi tarkastella Internetin kautta. TeleControl 42i+ järjestelmässä ei myöskään ole GPS-valmiutta, jolla voisi saada tietoon koordinaatit pumppaamon paikasta. [3.]

### **3.1 Suomenniemen pumppaamon hälytysjärjestelmän kunto**

Suomenniemen nykyinen hälytysjärjestelmä ei joko toimi kunnolla tai sitä ei ole aktivoitu käyttöön Suomenniemen Mikkeliin liittymisen yhteydessä. Järjestelmän toimimattomuus tuli esille siinä vaiheessa, kun olimme Ville Huotarin kanssa mittaamassa käyttövirtoja pumppaamoiden pumpuista.

Yksi pumppaamoista oli jostain syystä laukaissut ohjauspuolen sulakkeen, jolloin kumpikaan pumpuista ei saanut ohjaussähköä. Tämä johti siihen että kumpikaan pumpuista ei pumpannut säiliöön tulevaa vettä pois. Säiliö täyttyi vähitellen vedestä ja kun vedenpinta saavutti uppopumpun poistoaukon, alkoi vesi tulvia sähkötilaan. Uppopumpussa ei ollut takaiskuventtiiliä, joten veden virtausta ei estänyt mikään. Siinä vaiheessa kun vedenpinnan taso tuli aukon tasolle, siirtyi kaikki vesi tästä eteenpäin sähkötilan puolelle.

Tullessamme paikalle oli vesi tulvinut sähköpuolelle todella pahasti. (KUVA 7.) Ryhdyimme selvittämään asiaa ja selvisi, että Mikkelissä asiasta ei ollut minkäänlaista tietoa. Tietokoneet näyttivät kaiken olevan kunnossa. Vikatilanteen tiedon saavutettua Mikkelin, ilmoitti päivystäjä asiasta pumppuautolle, joka tuli imemään kaivon tyhjäksi. Soitin asiasta myös Suur-Savon sähkölle. Suur-Savon sähköltä tuli asiantuntija tarkastamaan, että kilowattituntimittarille ei ollut tapahtunut mitään suurempaa vahinkoa.

Saimme laitteiston kuivattua melko hyvin, mutta toinen pumppujen releistä oli päässyt kostumaan niin pahasti, että se löi läpi eikä suostunut toimimaan kunnolla. Toinen pumpuista saatiin toimimaan niin, että pumppaamo ei tulvinut yli. Tässä auttoi sekin että pumppaamolla oli vain vähän käyttäjiä.



**KUVA 7. Pumppaamo veden vallassa**



## 4 WAGON LOGIIKKA PUMPPAAMOISSA

### 4.1 Pumppaamot Suomenniemellä

Suomennimeltä löytyy laaja kirjo erilaisia pumppaamoita. Tämä johtuu siitä, että eri paikoissa on todella erilainen tarve pumppaamoille ja osasyys on myös siinä, että pumppaamot ovat rakennettu eri aikoihin.

Suomenniemen pumppaamot ovat suurimaksi osaksi pumppaamoita, joissa on kaksi pumppua. Näihin pumppaamoihin on yleensä liitetty enemmän kuin yksi kiinteistö. Näissä pumppaamoissa on keskus, joka hoitaa pumppaamoiden pinnan valvomisen ja pumppujen käytön. Sähkökeskus on sijoitettu joko metallikaappiin (KUVA 8.) pumppaamon päälle tai pumppaamon kuoren sisään. Pumppaamon sisällä olevaan sähkökeskukseen (KUVA 7) on rakennettu väliseinä, joka erottaa lieteastian ja sähkötilan toisistaan. Sähkötilan puolelle tulvinut pumppaamo oli maanalainen pumppaamo.



**KUVA 8. Pumppaamo maanpäällisellä keskuksella**

Suomenniemeltä löytyy myös pienempiä pumppaamoita (KUVA 9.), jotka on tarkoitettu yhden kiinteistön jäteveden pumppaukseen. Näissä pumppaamoissa ei ole kuin yksi pumppu ja yksikertainen logiikka, joka vippojen avulla tietää milloin pitää pumpata.



**KUVA 9. Kiinteistö pumppaamo**

#### **4.2 Wagon logiikan sisällyttäminen pumppaamoympäristöön**

Suomenniemen kiinteistö pumppaamoihin suunnittelimme Wagon logiikan. Logiikalla voidaan ohjata pumppaamoa samalla tavalla kuin nykyisin saaden hälytystiedot. Logiikka To-Pass yhdistelmä ei ole fyysisiltä mitoiltaan kovin suuri, joten tässä tapauksessa pystyttäisiin hyödyntämään pumppaamon nykyistä koteloa.

Wagon logiikka on moduulinen. Logiikkaan voi lisätä ja poistaa lähtöjä ja tuloja tarpeen mukaan. Kiinteistöpumppaamo on niin yksinkertainen, että logiikalle voidaan tuoda kaksi sisääntuloa ja yksi lähtö. Sisääntulot ovat ylä- ja ala-vippa jotka hoitavat

pinnan tasoa. Lähtö menee releelle, joka hoitaa pumpun ohjauksen. Näin saadaan pumppaamo toimimaan hyvin pienellä vaivalla. Kun ohjelma on kerran tehty, ja käytetään samoja moduuleja, voidaan ohjelma kopioida ja käyttää muissa pumppaamoissa. Tämä on nopea tyyli saada pumppaamo toimimaan.

Wagon logiikkaan on mahdollista lisätä moduuleita helposti. Uuden moduulin kennän jälkeen otetaan logiikkaan yhteys tietokoneella. Tietokoneella on ohjelma CoDeSys v2.3, jolla voidaan ohjelmoida mitä Wagon logiikka tekee. Mikäli koneelta löytyy valmis .pro-ohjelma, joka on tehty samaan logiikkakokoonpanoon, löytyvät olemassa olevat moduulit suoraan ja tarvittavat lisämoduulit voidaan sijoittaa alkupe-  
räisten perään.

CoDeSys v2.3 [4.] on ilmainen ohjelma, jota on kehitetty logiikkajärjestelmien tarpeisiin. Ohjelmasta yritetään saada alalle standardi, jotta samalla ohjelmalla voisi ohjata useampaa logiikkaympäristöä. Logiikan ohjelmoinnin aloittamisen jälkeen valitaan käytössä oleva logiikka. Tämän jälkeen valitaan käytössä olevat moduulit. Esimerkiksi logiikassa voi olla sisääntulo-moduuli ja lähtö-moduuli. Moduuleita löytyy analogisen ja digitaalisen. On olemassa myös erikoismoduuleita, joilla on tietty tapa käsitellä dataa ilman että sitä tarvitsee muuttaa digitaaliseen tai analogiseen viestimuotoon. Ville Huotarin kanssa käytimme moduulia johon sai kiinni PT100-lämpötila-anturin ja pystyimme simuloimaan analogista sisääntuloa. Monissa pumppaamoissa on käytössä analoginen viesti, joka tulee paine-anturilta. Kun vedenpinta on korkealla, muuttuu anturin vastus-arvo. Vastus-arvosta logiikka tietää, että veden pinta on noussut ja pitää aloittaa pumppaaminen.

### **4.3 Kiinteistöpumppaamon 3D-mallin piirtäminen**

Siinä vaiheessa kun työmme Ville Huotarin kanssa oli edennyt jo melko pitkälle tuli minulle mieleen, että 3D-piirto-ohjelmalla voitaisiin tarkistaa kuinka paljon komponentit vievät tilaa aidon kokoisesta kotelosta. Ville ei osallistunut 3D mallin tekemiseen missään vaiheessa. Tämä johtui siitä, että minulla on enemmän kokemusta CAD piirtämisestä.



3D-mallin suunnittelussa käytin ohjelmaa SketchUp. Ohjelman on kehittänyt Google ja se on saanut jo 15:sta versionsa. Ohjelman perusversio on ilmainen ja käyttöliittymä on tehty helpoksi oppia. Ohjelmalla pystyy tekemään hyvinkin monimutkaisia rakennelmia. [5.]

SketchUp-ohjelmaan pääsin tutustumaan nykyisessä työssäni Limadilla. Limabilla on toteutettu pari projektia, joissa suunniteltiin työstettäviä komponentteja. Ensimmäiset kappaleet suunnittelin 2D-Cad-ohjelmalla Draftsight. Ohjelma on ilmainen AutoCad lite ja se on hyvä toimiva vaihtoehto AutoCad:n hinnakkaalle täysversiolle. Kappaleiden työstämisen jälkeen tuli puheeksi SketchUp, jolla suunnittelu hoituu paljon helpommin kuin AutoCad:lla ja ohjelmasta on mahdollisuus tallentaa .dwg-kuvatiedostoja.

SketchUp ohjelmassa kaikki komponentit ovat 1:1 eli ne vievät tilaa juuri sen verran kuin ne oikeastikin veisivät. Kotelo, jota käytin suunnitelmassa on leveydeltään 310 mm, korkeudeltaan 410 mm ja syvyydeltään 205 mm. Kotelo on samassa kokoluokassa kuin oikeat kiinteistöpumppaamon kotelot. Tarkkaa käytössä olevaa kotelon kokoa minulla ei ollut, koska en huomannut ottaa siitä mittoja käydessämme tarkastamassa pumppaamoita. 3D-mallissa on käytetty Wagon logiikkaa ja To-Pass yksikköä erikseen, samalla tyyllillä kuin tekemässämme prototyypissä. Wagolla on kuitenkin olemassa moduuleita, jotka menevät suoraan kiinni logiikkaan. Suoraan logiikkaan tuleva palikka maksaa enemmän, mutta säästää tilaa mikäli kotelon tilamäärä on rajallinen.

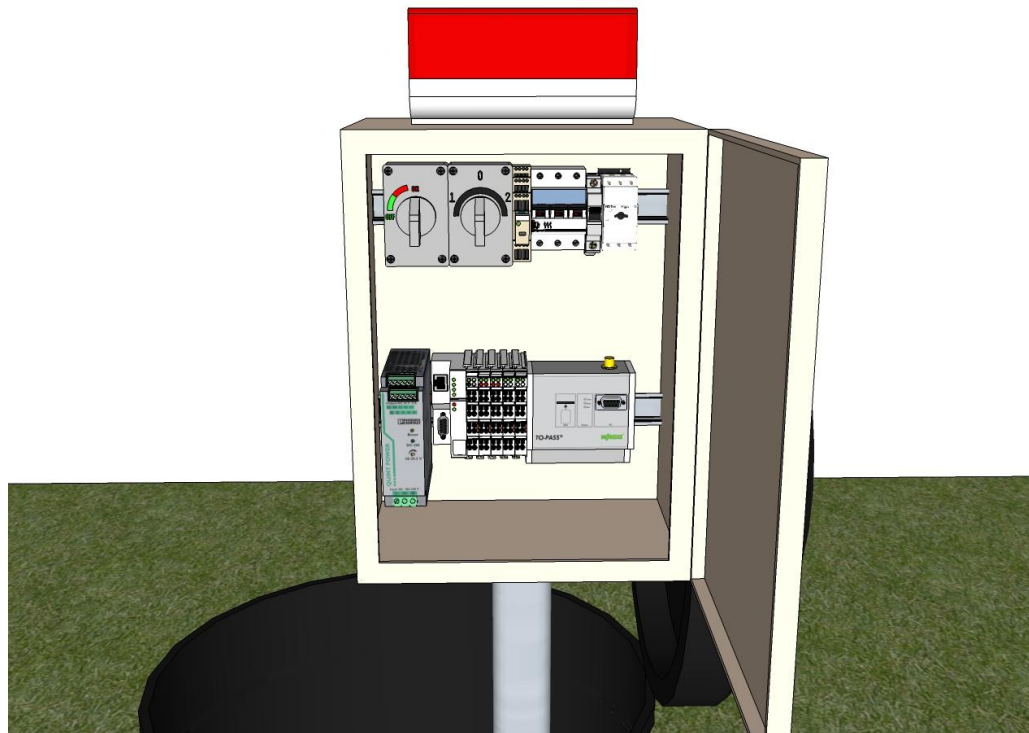
Suunnittelemassani kotelossa kaikki komponentit toimivat 230V ja 24V jännitteellä. Kotelo sisältää yhden virtalähteen, joka muuntaa 230 voltia 24 voltiksi. Tällä virtalähteellä annetaan virta kotelossa olevalle elektroniikalle. Elektroniikan ja pumpun välissä on rele, relettä ohjataan 24 voltilla. Rele itsessään ohjaa pumppua, joka toimii alueella 230 voltia / 400 voltia.

Vippon kytkeminen logiikkaan on paljon helpompaa kuin pumpun. Tämä johtuu siitä että vippon toimintaperiaate on sama kuin tavallisten kytkimien. Kun vipa kääntyy väärinpäin, yhdistyy kontaktien kosketuspinnat ja signaali pääsee kulkemaan vapaasti. Toimintaperiaate on sama 230 voltilla ja 24 voltilla. Toimintaperiaatteen yhtenäisyyden vuoksi jännitteen muutosta ei tarvitse tehdä.

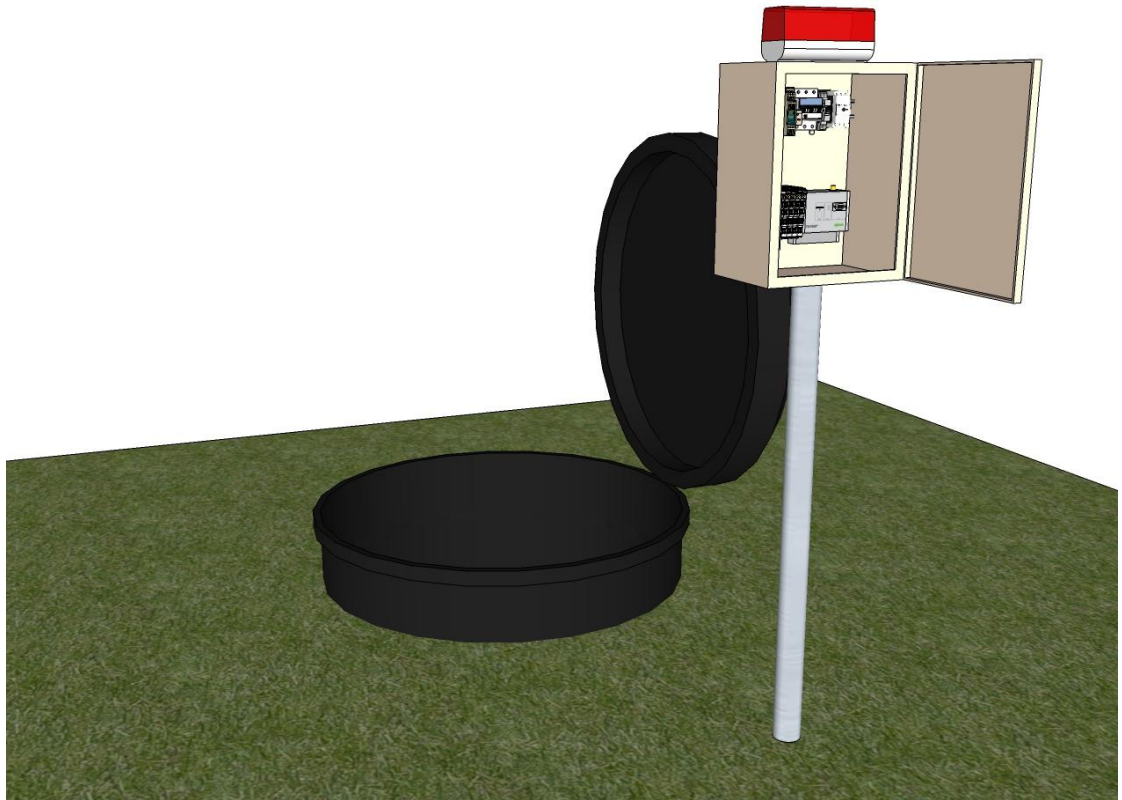
Lisäksi paine-anturi voidaan kytkeä suoraan logiikkaan markkinoilla olevien suoraan 24 voltin järjestelmiin kytkettävien antureiden vuoksi. Pumppua ei voi kytkeä suoraan logiikkaan, mutta tämäkään ei ole ongelma, sillä nykyaikaisten releiden avulla kytkeminen on helppoa.

Pumppaamo sisältää myös kytkimen, jolla voi valita ajaako pumppaamo käsin, vai automaattilla. Tämän kytkimen asentaminen järjestelmään toimii samalla tavalla kuin vippojen. Normaalit vikavirtasuojakytkimet on asennettu myös mukaan suojaamaan elektroniikkaa. 3D malli ei ota kantaa johdotuksiin, mutta uskoisin johdotuksien toteuttamisen olevan melko yksinkertaista suoraan logiikkaan liitettävien komponenttien vuoksi.

3D-mallissa logiikan ohjaus ja 24v jännite ovat alemmassa din-kiskossa. Ylemmässä din-kiskossa on pumpun ohjaus, 230v syöttö ja vikavirtasuojakytkimet. (KUVA 10.) Yleinen vaikutelma pumppaamosta ei juuri eroa nykyisestä järjestelmästä. (KUVA 11.) Tarkoituksena minulla olikin, että mahdollisimman paljon vanhaa järjestelmää voidaan hyödyntää. Optimaalisessa tapauksessa ainoastaan pumppaamon ohjauslogiikka vaihdetaan uuteen.



**KUVA 10. Kiinteistöpumppaamon päivitys**



**KUVA 11. Yleiskuva päivitetyistä järjestelmästä**

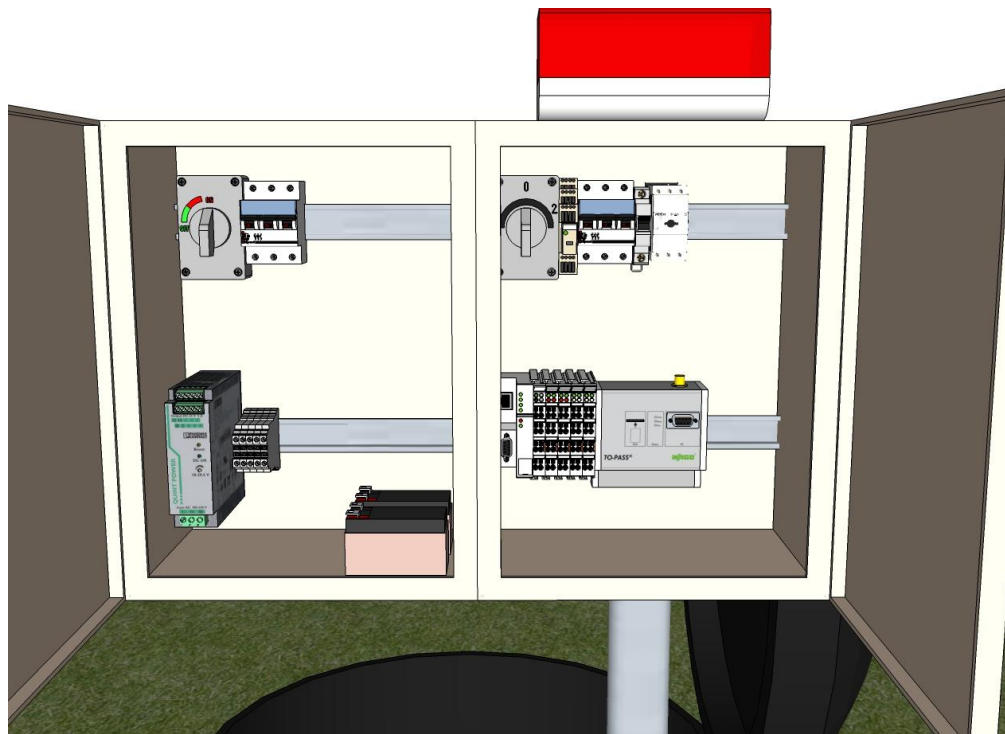
#### **4.4 Kiinteistöpumppaamo akkuvarmennuksella**

3D-mallin toisessa versiossa olen laittanut yhtä suuren kotelon vanhan kotelon viereen. Tähän koteloon olen laittanut sähkösyötön. Koteloon tulisi syöttö ja kotelossa on muuntaja, joka tekee siitä 24V jännitteisen. Kotelo yhdistetään kahdella johdolla vanhaan koteloon, jossa on Wagon logiikka ja pumpun releet. Toisessa johdossa menee 230V jännite. Tällä jännitteellä ohjataan pumppuja ja toisessa 24V jännite, joka menee logiikan syöttöön. Tällä tavalla saadaan toteutettua akkuvarmennettu järjestelmä kuten kuvasta (KUVA 12.) nähdään. Kotelon viereen laitettava syöttökotelo voisi olla pienempi mitä alkuperäinen kotelo sillä toteuttamassani versiossa syöttökotelo jää melko tyhjäksi.

Kotelossa on hyvä olla tilaa, mikäli ilmenee tarve käyttää yhtä sisääntulonastaa ilmoittamaan milloin verkkovirta on tippunut pois päältä ja joudutaan käyttämään akkuvirtaa. Tämä voitaisiin toteuttaa releellä, jota ohjataan verkkovirralla. Rele on vetävässä tilassa silloin, kun siihen tuodaan sähkö. Virran katketessa rele laukeaa ja koskettimien napa aukeaa. Tässä tapauksessa akun napojen ja logiikan sisääntulonasta yhdistyy.

Logiikan akkuvarmennussyöttö voisi olla kiinni koko ajan ja akut olisivat lataavassa tilassa normaalin tilanteen aikana, mutta sähkökatkon sattuessa alkaisivatkin syöttämään virtaa järjestelmälle. Tämä virta ei riitä pumpun käyttöön, koska pumppu toimii 230 voltilla, mutta se riittäisi pitämään logiikan päällä ja lähettämään hälytyksen Mikkeliin.

Hälytysjärjestelmä voitaisiin toteuttaa myös suurella kondensaattorilla, joka olisi aktiivisena sähkösyöttöpiirissä. Sähkön katkettua olisi kondensaattorissa riittävästi virtaa pitämään logiikka käynnissä ja releen kautta tuomaan syötön logiikan sisään tuloon, jolloin logiikka lähettää hälytyksen Mikkeliin. Wagon logiikka voidaan myös ohittaa ja yhdistää releen tulot suoraan Wagon To-Pass yksikköön. Tällöin voidaan syöttö muulle logiikalle ohittaa ja antaa virtaa vain To-Pass yksikölle. Tällaisessa tapauksessa kondensaattori tai akusto kestää pidempään.



**KUVA 12. Pumppaamon päivitys Sähkösyöttökotelo**

## 5 PUMPPAAMOIDEN MÄÄRÄAIKAISTARKASTUS

Yhtenä opinnäytetyön osana suoritimme pumppaamoille määräaikaistarkastuksen. Määräaikaistarkastuksen päätoiminen tarkoitus on antaa kuva pumppaamoiden yleisestä kunnosta. Tarkastuksen aikana katsotaan pumppaamosta, minkälaisessa kunnossa eri rakenteet ovat. Onko pumppaamossa ylimääräisiä tavaroita? Mitä puutteita pumppaamosta löytyy? Onko pumppaamossa jotain vikaa, jota voisi korjata samalla kun on paikan päällä? Nämä puutteet ja testit kirjataan ylös ja näiden kirjauksien avulla voidaan päättää, mitkä pumppaamot tarvitsevat huoltoa ja mitkä eivät.

Pumppaamokäynnillä otimme ylös myös pumppaamoiden GPS-koordinaatit. Koordinaateilla saadaan pumppaamoiden paikka karttapohjaan Mikkelin jätevedenpuhdistamolle. Lisäksi mittauksissa otimme ylös jokaisen vaiheen ottaman virran ja eristysresistanssin. Otimme ylös käyttötunnit niiltä pumppaamoilta, joista ne olivat saatavilla. Lopuksi teimme silmämääräisen tutkimuksen, jolla tarkastimme mahdolliset näkyvät puutteet.

Mittareina meillä oli käytössä Fluken 1653B käyttöönottotarkastusmittari ja 376 pihtivirtamittari. Fluke 1653B mittari on mukavan pieni ja pystyimme tarkastamaan eristysresistanssin 500 voltin tasajännitteellä. Käytimme mittauksissamme vaiheen ja maan välistä mittausta. Tämän mittauksen teimme PE kiskosta ja pumpun sulakkeiden ja moottorisuojakytkimen välistä. Mittaus tulee toteuttaa jännitteettömänä. Jännitteettömyyden saimme aikaiseksi kääntämällä pumpun oman vikavirtasuojakytkimen nol- la-asentoon mittauksen ajaksi.

Fluke 376 pihtivirtamittarin valitsimme virtamittariksi, koska sen avulla pystyimme tarkastamaan jokaisen vaiheen virran ilman, että meidän tarvitsi irroittaa mitään johtoja. Kun saimme pihtivirtamittarin paikalleen, ajoimme pumppua käsikäytöllä vähän aikaa. Pumppua ajettiin sen verran, että virta ehti tasoittua alkuilanteesta normaaliin käyntivirtaan. Pumput joita vesilaitoksella käytetään, ovat melko kookkaita ja käynnistymiseen pumpulta kuluu noin 10 sekuntia. Aika voi kuulostaa lyhyeltä mutta pitää muistaa että sähkö-moottori käynnistyy ilman kuormaa 2-3 sekuntiin.

Käydessämme pumppaamot läpi tarkastelimme yleistä olemusta, pumppaamoiden toimintakuntoa ja itse pumppujen kuntoa. Kaikki pumppaamot, jotka olivat käytössä, toimivat testiemme aikana ja jokaisessa pumppaamossa vedenpinta lähti laskemaan käsikäytöllä ajettaessa.

Pumppaamoista ainoastaan varalla oleva Lappeenrannantien JVP oli poissa käytöstä. Väliahon JVP pumppaamossa vesi tulvi sähkötilan puolelle, mutta tämä ei johtunut pumpuista vaan ohjauslogiikan vikavirtasuojakytkimestä joka oli lauennut. Laukeamisesta johtuen releet eivät saaneet ohjausjännitettä eivätkä pumput lähteneet käyntiin. JVP 3 pumppaamossa paineanturi on luultavasti liian korkealla tai rikki, koska yrittäessämme toteuttaa testejä järjestelmän alarajahälytys hälytti jatkuvasti. Onnistuimme kuitenkin saamaan testit tehtyä tälläkin pumppaamolla. Metsolanraitin JVP:n pumppujen eristysresistanssi tulokset olivat kaikista mittauksista huonoimmat. On hyvin todennäköistä, että ainakin toisen pumpun käämi on palanut tai pumpun käämeihin on päässyt kosteutta.

Suurimmassa osassa pumppaamoita pumppujen eristysresistanssit olivat hyviä. Näille pumppaamoille ei tarvitse tehdä mitään ellei katso puutteiden olevan merkittävän suuria. Monessa pumppaamoissa oli ruostuneita osia, mutta tämä on normaalia johtuen ulosteiden mukana tulevista kaasuisista. Osassa pumppaamoita käyttötunnit olivat pumpuille aika korkeita, mutta pumpun eristysresistanssi - ja virtamittauksessa ei ilmennyt mitään suurempaa ongelmaa. Oletettavasti alkuperäiset pumput ovat todella hyvin tehtyjä tai laskuria ei ole nollattu siinä vaiheessa kun pumput ovat vaihdettu uudempiin.

Liitteet 1-6 sisältävät Suomenniemen pumppaamoiden mittaustuloksista taulukot. Taulukoissa on kaksi saraketta molemmille pumpuille. Mikäli taulukossa on vain toinen sarake täytetty tämä tarkoittaa sitä, että pumppaamossa oli vain yksi pumppu. Jokainen vaihe on mitattu erikseen ja vaiheet on merkitty virta U, virta V ja virta W, joista  $U=L1$ ,  $V=L2$  ja  $W=L3$ . Eristysresistanssimittauksessa jokainen vaihe mitataan maata vasten ja tästä syystä olemme käyttäneet merkintää U-PE, V-PE ja W-PE. Käyttötunnit on kirjattu pumppukohtaisesti ja ajat on otettu suoraan pumppaamon logiikasta. Niissä pumppaamoissa joissa logiikka ei näyttänyt käyttötunteja, jätimme taulukon tyhjäksi tältä osin. Koordinaatit otimme ylös käyttäen puhelimen GPS-sirua ja ohjel-

maa GPS Location. [6.] Huomioitavaa-kohta kertoo pumppaamosta puutteet, jotka ovat ilmenneet silmämääräisellä tarkastelulla. Nämä puutteet eivät vaikuta pumppaamon normaaliin käyttöön, mutta voivat aiheuttaa ongelmia esim. huollon yhteydessä.

## 6 YHTEENVETO

Suomenniemen jätevedenpumppaamot ovat melko hyvässä kunnossa. Määräaikaistarkastuksesta ei tullut esille kuin pari pumppaamoa, joista pumpput pitäisi minimissään tarkastaa. Lähes kaikissa pumppaamoissa oli jotain korjattavaa, mutta suurin osa näistä oli pieniä vikoja. Viat liittyivät pumppaamoiden ikääntymiseen, mutta eivät vaikuta pumppaamon käyttöön.

Merkittävin ongelma Suomenniemen pumppaamoiden hoidossa oli se, ettei järjestelmää ole integroitu kaikilta osin Mikkelin valvontajärjestelmään. Tämä oli jo tiedossa opinnäytetyön alkuvaiheessa, mutta ongelma ilmeni odotettua pahemmaksi noin puolessa välissä opinnäytetyötä toteutettaessa. Väliahon JVP pumppaamossa veden tulviminen sähkötilan puolelle niin, että Mikkelin valvomossa ei tiedetty asiasta lainkaan osoitti ongelman laajuuden.

Ville Huotarin kanssa rakensimme vikojen hälytysjärjestelmän, jota pystyi käyttämään kytkimillä ja testaamaan erilaisia hälytystilanteita. Tämän prototyyppi-kytkennän avulla pystyimme kuvaamaan erilaisia tilanteita melko hyvin. Opinnäytetyömme toteutuksen yhteydessä oppilaitokseen hankittiin GPRS-versio TO-PASS yksiköstä, jolla onnistuimme simuloimaan vikatilanteita myös internetin yli Wagon omalla sivustolla. Yksikkö on nyt seuraavien opiskelijoiden käytettävissä tarvittaessa.

Suunnittelin myös graafisen version kiinteistöpumppaamosta. Ohjelma, jota käytin oli ShetchUP. Ohjelma on Googlen kehittämä ja ilmainen käyttää. Käytän ohjelman pro-versiota nykyisessä työssäni suunnitellessani mittarin paikkaa asiakkaan sahalinjajärjestelmään. Ohjelmalla toteutetun jätevesipumppaamon prototyypin avulla huomasin, että kiinteistöpumppaamon nykyiseen koteloon olisi mahdollista rakentaa Wagon komponenteilla toimiva pumppaamon logiikka. Ohjelma helpotti kotelon suunnittelua komponenttien ollessa kolmiulotteisessa ympäristössä oikean kokoisia.

Olen tullut siihen tulokseen että, minun ja Ville Huotarin suunnittelema järjestelmä voidaan toteuttaa kaikissa jätevesipumppaamoiden kokoluokissa. Järjestelmän päivittäminen on melko helppoa hyödyntäen vanhoja pumppaamoiden osia. On myös mahdollista päivittää nykyinen hälytysjärjestelmä ja sisällyttää se paremmin Mikkelin valvontaohjelmaan. Molemmissa tilanteissa saavutetaan sama tulos.

Mielestäni tämä opinnäytetyö on osoittanut, että nykyinen Suomenniemellä oleva pumppaamojärjestelmä ei ole riittävä. Järjestelmää tulee kehittää niin, että hälytykset saadaan Mikkeliin asti. Ville Huotarin kanssa olemme antaneet vaihtoehtoja ongelman korjaamiseen. Korjauksien aikatauluun, toteuttajaan ja toteuttamistapaan tämä opinnäytetyö ei ota kantaa.

Opinnäytetyö oli minusta onnistunut ja mielenkiintoinen. Saimme hankittua riittävästi tietoa Mikkelin vesilaitokselle mahdollisuuksista, kuinka he voivat päivittää jäteveden pumppaamot Suomenniemellä. Opinnäytetyössä käytettiin monia erilaisia työkaluja, joiden avulla pystyimme testaamaan kuinka hyvin Wagon järjestelmä toimii pumppaamoympäristössä. Lisäksi opinnäytetyössä käytettiin työelämässä opittuja työkaluja. Konkreettinen työelämässä opitun tietotaidon hyödyntäminen monessa eri tilanteessa on aina mielestäni positiivista.



## LÄHTEET

1. Wago, TO-PASS Telecontrol Solutions, 2012.  
<http://www.wago.com/infomaterial/pdf/51280465.pdf>
2. Wago, WAGO-TO-PASS 761-113, 2013. Manual  
[http://www.wago.com/wagoweb/documentation/761/eng\\_manu/m07610113\\_0000000\\_0en.pdf](http://www.wago.com/wagoweb/documentation/761/eng_manu/m07610113_0000000_0en.pdf)
3. Telemic, TeleControl TC42I+, sivustolla käyty 19.09.2015.  
[http://www.telemic.net/index.php?option=com\\_content&view=article&id=19%3A-tc42i&catid=27&lang=fi](http://www.telemic.net/index.php?option=com_content&view=article&id=19%3A-tc42i&catid=27&lang=fi)
4. 3S – Smart Software Solutions GmbH, User Manual for PLC Programming with CoDeSys 2.3, 2010. Manual  
[http://www.wago.com/wagoweb/documentation/759/eng\\_manu/333/m07590333\\_00000000\\_1en.pdf](http://www.wago.com/wagoweb/documentation/759/eng_manu/333/m07590333_00000000_1en.pdf)
5. Trimble, SketchUp, 2015.  
<http://www.sketchup.com/>
6. cop.apps.net, GPS Location, 2014.  
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.qbiki.gpscoordinates>
7. Opettaja, Teemu Manninen

**Liite 1. Jätevesipuhdistamon pumppaamo ja JVP1**

Jätevedenpuhdistamon pumppaamo	Pumppu 1	Pumppu 2
Virta U	3,1 A	3,8 A
Virta V	3,2 A	3,8 A
Virta W	3,2 A	3,7 A
Eristysresistanssi U-PE	>50 MΩ	>43,04 MΩ
Eristysresistanssi V-PE	50 MΩ	42,98 MΩ
Eristysresistanssi W-PE	50 MΩ	40,6 MΩ
Käyttötunnit	ei saatavilla	ei saatavilla
Huomioitavaa: Kannen auki pitävä tukivarsi ruostunut käyttökelvottomaksi.		

JVP 1	Pumppu 1	Pumppu 2
Virta U	12,2 A	12,7 A
Virta V	12,2 A	11,1 A
Virta W	11,1 A	11,0 A
Eristysresistanssi U-PE	26,8 MΩ	239 MΩ
Eristysresistanssi V-PE	25,9 MΩ	239 MΩ
Eristysresistanssi W-PE	26,4 MΩ	242 MΩ
Käyttötunnit	185h 80min	184h 72min
GPS: koordinaatit	N61,356872° E27,406984°	
Huomioitavaa: Kaivon kannen lukko puuttui		

**Liite 2. JVP 2 ja JVP 3**

JVP 2	Pumppu 1	Pumppu 2
Virta U	20 A	20 A
Virta V	20 A	20 A
Virta W	20 A	20 A
Eristysresistanssi U-PE	20 MΩ	500 MΩ
Eristysresistanssi V-PE	17,33 MΩ	491 MΩ
Eristysresistanssi W-PE	18,93 MΩ	500 MΩ
Käyttötunnit	251h 21min	0h 8min
GPS: koordinaatit	N61,345635° E27,428557°	
Huomioitavaa:		

JVP 3	Pumppu 1	Pumppu 2
Virta U	25,9 A	40 A
Virta V	25 A	40 A
Virta W	25,7 A	37,8 A
Eristysresistanssi U-PE	411 MΩ	77,8 MΩ
Eristysresistanssi V-PE	347 MΩ	75,6 MΩ
Eristysresistanssi W-PE	347 MΩ	76 MΩ
Käyttötunnit	ei saatavilla	ei saatavilla
GPS: koordinaatit	N61,34276° E27,43436°	
Huomioitavaa: Kaivon lukko ruostunut, Paineanturin lukema liian pieni veden määrään nähden		

**Liite 3. Valkamalahden JVP ja Savanderintie JVP**

Valkamalahden JVP (kiinteistöpumppaamo)	Pumppu 1	
Virta U	2,2 A	
Virta V	2,2 A	
Virta W	2,2 A	
Eristysresistanssi U-PE	>500 MΩ	
Eristysresistanssi V-PE	>500 MΩ	
Eristysresistanssi W-PE	>500 MΩ	
Käyttötunnit	241h	
GPS: koordinaatit	N61,332082° E27,450993°	
Huomioitavaa: Kaivon vieressä ruosteessa oleva lämpöpatteri		

Savanderintie JVP	Pumppu 1	Pumppu 2
Virta U	4,2 A	4,5 A
Virta V	4,2 A	4,4 A
Virta W	4,3 A	4,2 A
Eristysresistanssi U-PE	>500 MΩ	30 MΩ
Eristysresistanssi V-PE	>500 MΩ	30 MΩ
Eristysresistanssi W-PE	>500 MΩ	30,5 MΩ
Käyttötunnit	355h	356h
GPS: koordinaatit	N61,324774° E27,432843°	
Huomioitavaa: Kaivon kannen lukko puuttui, kaivoon kertynyt rasvaa		

**Liite 4. Väliäho JVP ja Opinraitti JVP**

Väliäho JVP	Pumppu 1	Pumppu 2
Virta U	9,0 A	8,7 A
Virta V	9,0 A	9,0 A
Virta W	8,8 A	9,0 A
Eristysresistanssi U-PE	>500 MΩ	>500 MΩ
Eristysresistanssi V-PE	>500 MΩ	>500 MΩ
Eristysresistanssi W-PE	>500 MΩ	>500 MΩ
Käyttötunnit	430h	1341h
GPS: koordinaatit	N61,322632° E27,447327°	
Huomioitavaa: Hälytys valon lamppu palanut		

Opinraitti JVP	Pumppu 1	Pumppu 2
Virta U	4,3 A	4,7 A
Virta V	4,1 A	4,5 A
Virta W	4,1 A	4,7 A
Eristysresistanssi U-PE	>500 MΩ	>500 MΩ
Eristysresistanssi V-PE	>500 MΩ	>500 MΩ
Eristysresistanssi W-PE	>500 MΩ	>500 MΩ
Käyttötunnit	992h	838h
GPS: koordinaatit	N61,330444° E27,436164°	
Huomioitavaa:		

**Liite 5. Metsolanraitti JVP ja Partakoskentie JVP**

Metsolanraitti JVP	Pumppu 1	Pumppu 2
Virta U	5,0 A	4,8 A
Virta V	5,0 A	4,3 A
Virta W	5,1 A	4,9 A
Eristysresistanssi U-PE	1,06 MΩ	10,02 MΩ
Eristysresistanssi V-PE	1,05 MΩ	10,09 MΩ
Eristysresistanssi W-PE	1,04 MΩ	10,15 MΩ
Käyttötunnit	9431h	13844h
GPS: koordinaatit	N61,329366° E27,443961°	
Huomioitavaa: Kaivon lukko ruosteessa		

Partakoskentie JVP (kiinteistöpumppaamo)	Pumppu 1	
Virta U	7,2 A	
Virta V	7,2 A	
Virta W	7,2 A	
Eristysresistanssi U-PE	>500 MΩ	
Eristysresistanssi V-PE	>500 MΩ	
Eristysresistanssi W-PE	>500 MΩ	
Käyttötunnit	180h	
GPS: koordinaatit	N61,326445° E27,457016°	
Huomioitavaa: Kaivoon kertynyt rasvaa, Kaivon vieressä ruosteessa oleva lämpöpatteri		

**Liite 6. Myllysilta JVP ja Lappeenrannantie JVP 4**

Myllysilta JVP (kiinteistöpumppaamo)	Pumppu 1	
Virta U	4,7 A	
Virta V	3,5 A	
Virta W	2,4 A	
Eristysresistanssi U-PE	>500 MΩ	
Eristysresistanssi V-PE	>500 MΩ	
Eristysresistanssi W-PE	>500 MΩ	
Käyttötunnit	24h	
GPS: koordinaatit	N61,350841° E27,426756°	
Huomioitavaa: Huollettu 17.05.2008		

Lappeenrannantie JVP 4	Pumppu 1	Pumppu 2
Virta U	A	A
Virta V	A	A
Virta W	A	A
Eristysresistanssi U-PE	MΩ	MΩ
Eristysresistanssi V-PE	MΩ	MΩ
Eristysresistanssi W-PE	MΩ	MΩ
Käyttötunnit	ei saatavilla	ei saatavilla
GPS: koordinaatit	N61,351543° E27,385864°	
Huomioitavaa: Pumppaamon sähkönkulutusmittarin lukema 0 kWh, Pumppaamo valmiustilassa. Ei tällä hetkellä sähköjä, mutta sähköt on mahdollista ottaa käyttöön.		